

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА МЕТОДОМ СООСАЖДЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРЫ АЗОТА НА ИХ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

А. Прядко, С.В. Синявский

Научный руководитель – д.т.н., доцент Р.А. Сурменев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, vilajer@gmail.com

Частицы оксида железа Fe_3O_4 различного размера обладают уникальными магнитными и физико-механическими свойствами, являются биосовместимым материалом с низкой цитотоксичностью и высоким соотношением поверхности к объему, что делает их привлекательными для использования в различных областях медицины и техники [1]. Метод соосаждения является простым, удобным и экологически безвредным способом синтеза, который не требует использования прекурсоров. Наибольшей намагниченностью обладают чистые по составу магнитные частицы без примесей. Среди прочих, наличие бескислородной среды в реакционной смеси при проведении синтеза, является одним из наиболее влияющих на фазовый состав факторов. Поэтому, целью данной работы является синтез наночастиц магнетита методом соосаждения и исследование влияния атмосферы азота на их магнитные свойства.

Наночастицы магнетита были синтезированы методом соосаждения по методике, описанной в работе [2]. Синтез был проведен в двух атмосферах: на воздухе и в инертной атмосфере азота.

Для оценки влияния атмосферы на состав полученного магнетита была использована Рамановская спектроскопия (рис. 1, а). Магнитные свойства полученных наночастиц были исследованы с помощью вибрационного магнитометра (рис. 1, б). Раман-спектр наночастиц, полу-

ченных на воздухе (М), имеет характерные для оксидов железа сдвиги: пик при 300 см^{-1} соответствует симметричным деформационным колебаниям Fe-OH групп, при 388 см^{-1} – симметричным валентным колебаниям Fe-O-Fe/OH групп, пик при 670 см^{-1} – симметричным колебаниям Fe-O групп. Наличие пиков при 300 см^{-1} и 388 см^{-1} свидетельствует о наличии в образце немагнитной фазы оксида железа – гётита [3]. Раман-спектр наночастиц магнетита, полученных в атмосфере азота (MN) содержит только пик при 670 см^{-1} , соответствующий симметричным колебаниям Fe-O групп, что свидетельствует о получении чистого по фазовому составу магнетита. Образцы, полученные на воздухе, имеют более низкие значения намагниченности насыщения ($40,92\text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{г}$), чем образцы, полученные в инертной атмосфере азота ($64,18\text{ Гс}\cdot\text{см}^3/\text{г}$), что обусловлено наличием немагнитных частиц гётита в образце М.

Таким образом, синтез наночастиц магнетита методом соосаждения инертной атмосфере азота приводит к получению более чистого по фазовому составу магнетита с более высокой намагниченностью насыщения, чем у частиц, полученных на воздухе.

Авторы выражают благодарность за помощь в работе научному сотруднику НИЦ «ФМКМ» ТПУ Мухортовой Ю.Р. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ (проект №20-63-47096).

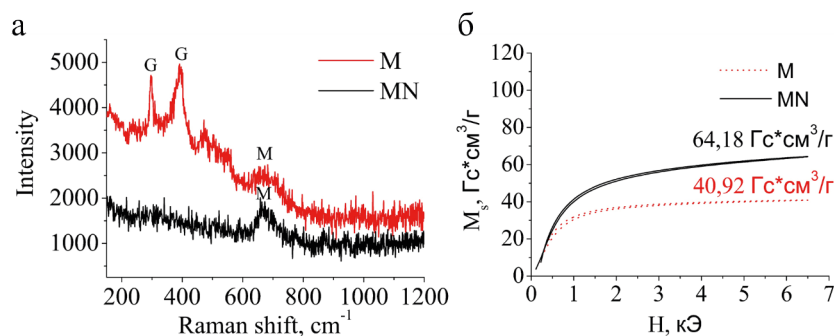


Рис. 1. Раман-спектры (а) и кривые намагниченности насыщения (б) частиц магнетита, синтезированных в атмосфере воздуха (М) и в атмосфере азота (MN)

Список литературы

1. Ito A. et al. Medical application of functionalized magnetic nanoparticles // *Journal of bio-science and bioengineering*, 2005. – Vol. 100. – №1. – P. 1–11.
2. Sajjad, S., et al., Fe_3O_4 nanorods r-GO sheets nanocomposite visible photo catalyst, 2019. – 6(6): P. 065013.
3. Legodi M.A., de Waal D. The preparation of magnetite, goethite, hematite and maghemite of pigment quality from mill scale iron waste // *Dyes and Pigments*, 2007. – Vol. 74. – №1. – P. 161–168.

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ НЕВОДНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КАРБОНАТОВ ДЛЯ ДВОЙНОСЛОЙНЫХ СИММЕТРИЧНЫХ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Л.А. Пунтусова

Научный руководитель – к.х.н., зав. кафедрой аналитической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева С.В. Стаханова

ООО «Научно-Производственное Объединение Графеника»
Россия, г. Москва, ул. Веерная, д. 32, к. 3, кв. 27, lyusya0912@gmail.com

Суперконденсаторы (СК) являются современными высокомоощными устройствами накопления энергии, способными заряжаться и разряжаться высокими токами до 1000000 циклов [1]. Накопление электрической энергии в СК происходит в двойном электрическом слое за счет электростатического взаимодействия ионов электролита с поверхностью электрода [2]. Залогом успешного функционирования СК является правильно подобранная электрохимическая пара электрод–электролит. В качестве электродных материалов используют активированный уголь с высокой площадью поверхности, а в роли электролита чаще всего выступает раствор солей четвертичных аммониевых оснований в органическом растворителе, таком как ацетонитрил (АН) или пропиленкарбонат (РС).

Электролиты на основе АН обладают высокой электропроводностью, и СК с такими электролитами демонстрируют более высокие значения мощности по сравнению с электролитами на основе РС. Однако АН токсичен и пожароопасен, поэтому в качестве альтернативы АН перспективно использование РС. Он, в отличие от АН, не токсичен, имеет низкое давление паров, что очень важно для ряда применений (медтехника, бытовые приборы), обладает широким электрохимическим окном и широким температурным диапазоном существования жидкой фазы, имеет высокую диэлектрическую проницаемость – 64,9 [3]. Так как электролиты на основе РС

уступают по ряду характеристик, прежде всего, по электропроводности, электролитам на основе АН, стоит задача разработки электролитов на основе карбонатов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Отсюда вытекают задачи настоящей работы: разработка многокомпонентных неводных электролитов на основе РС и других циклических карбонатов с повышенной электропроводностью. В данной работе были исследованы физические свойства электролитов, такие как электропроводность и вязкость. Характеристики СК с разработанными электролитами были исследованы методами циклической вольтамперометрии (ЦВА) и гальваностатического заряда-разряда (ГЗР) при различных температурах.

В качестве ионогена была выбрана наиболее коммерчески доступная соль ТЕА ТФВ. Методом ЦВА была определена минимальная концентрация соли ТЕА ТФВ в РС равная 0,75 моль/л, необходимая для стабильного функционирования СК. Максимальная возможная концентрация соли в электролите ограничена растворимостью этой соли в РС (1,3 моль/л при $T=25^\circ\text{C}$). Получена зависимость электропроводности от концентрации соли при комнатной температуре.

Основная стратегия оптимизации характеристик электролитов – это введение соразтворителей в раствор электролита с целью повышения электропроводности. Можно вводить два типа соразтворителей: 1 тип-соразтворители с высо-